

根据照片反推进入镜头的光亮度光照度光强度光子数等物理量

11912516 刘润逸

本过程的核心是利用相机的亮度评估来评估进入镜头的光亮度 L(Luminance)。

利用相机的亮度评估与我们日常摄影的测光过程相似，测光的基本含义及使用可见 <https://fotomen.cn/2018/06/26/what-ceguang/>，只是测光得到一个曝光值 EV，亮度评估得到的是 L。

EV 定义： $EV = \log_2 N^2/t$ ，其中 N 是光圈(f 值)；t 是曝光时间(快门)，单位秒。

感光度：感光度越高，成像时间越短，照片就亮度越低。通常来说高感光度的照片的质量比低感光度的照片要差，而在拍摄运动的物体时，由于高感光度的底片或感光元件成像快，因此较低感光度的底片或感光元件更适合。ISO 用 S 表示， $S = 0.8/EV$ ；

光圈值  $F = f/D$ ，f 为镜头焦距，D 为光圈直径。光圈直径 D 越大，光圈进光越多，光圈值 F 越小。

曝光时间 t，即快门时间，曝光值与曝光时间成正比。

通过 黄剑锋-第四周实验报告 中对以索尼 NEX-5T 为例的分析，其相机画面亮度自动调节(自动光度标定)功能来标定光亮度。光亮度与其他参数关系如下

$$L = 15.4 \times F^2 / (S \times t)$$

其中 F 为光圈值，S 为 ISO 值，t 为曝光时间。公式由在暗室下对不同物体进行光亮度的评估和对应物体实际光亮度比较后，拟合得出。

以上得到的值为进入镜头的光亮度。相关的物理量光照度  $E=4\pi L$ ，而极光强度 I(luminous intensity)与 E 与 L 的关系如下。(取自 Aurora intensity conversion and distribution simulation)

$$E(I(R)) = 170.75 v(\lambda) e(\lambda) 10^{10} A \frac{\eta \tau h c}{\pi \lambda} * I[lx]$$

$$L(I(R)) = \frac{170.75 v(\lambda) e(\lambda) 10^{10} A h c I \eta \tau}{4 \pi^2 \lambda} \left[ \frac{cd}{m^2} \right]$$

其中 vision function  $v(\lambda) \approx 1$ , distribution function  $e(\lambda) = 1$ ,

相机棱镜面积为 A, 探测器件的量子效率  $\eta = 0.5$ , 光学系统的透过率  $\tau = 0.33$ ,

光的波长  $\lambda = 557.7nm$ , 普朗克常数为  $h = 6.62607015 \times 10^{-34} J * s$ , 光速为  $c =$

$299792458m/s$

得到极光强度 I 后，可以根据 I 对应单位 Rayleigh 和光子数的关系得到对应光子数，关系如下。

$$1[\text{Rayleigh}] \equiv 1[\text{R}] \triangleq \frac{10^{10}}{4\pi} \left[ \frac{\text{photons}}{\text{s m}^2 \text{sr}} \right]$$